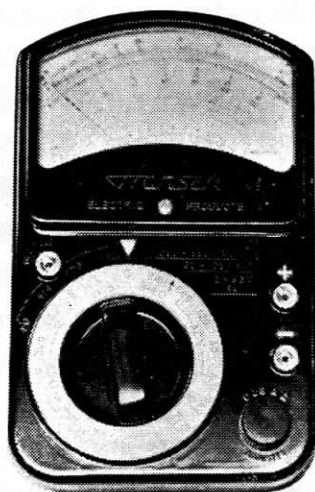
第5章 最低限度の測定器

だがテスターはここ

岸　　清

モノサシ，ハカリ，マス，時計，そして磁石をのぞいたあらゆる測定器の中で，もっとも普及している……といったら，露出計やスピード・メータのメーカーからは，おこられるかも知れませんが，ラジオ技術をお読みになっている方なら，必ずもっていると断言できる測定器“テスター”です．

チッポケな箱のクセに，電圧，電流そして抵抗が測定できるのですから，われわれにとってテスターくらい“便利さ”と“値段”比の大きいキカイは少いでしょう．このテスターも時代とともに進歩してきて，測定の範囲もグッと拡大されました．

プリアンプの E_p に対するテスター内部抵抗の影響

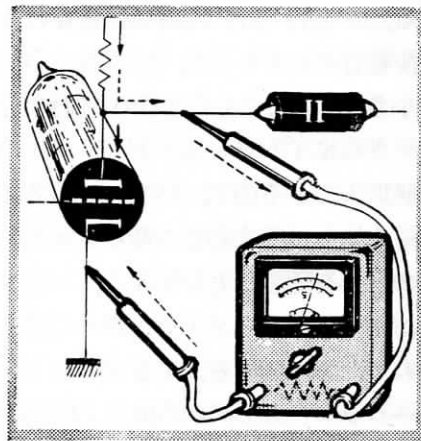
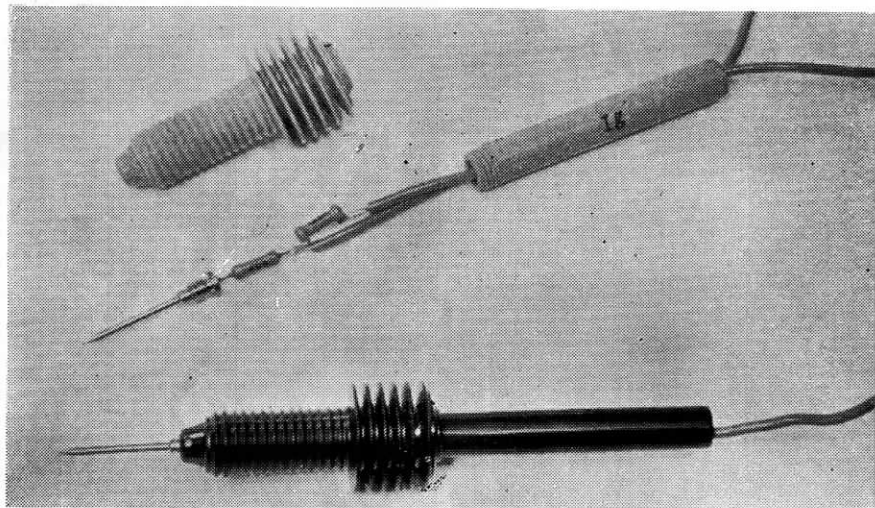
テスターを用いていちばん不正確になりやすい電圧は，一般にはオーディオ・アンプの前段，CR結合回路の E_p，E_{SG} とされています．内部抵抗の低いテスターを測定箇所に接なぐと，**第1図**のようにテスターに電流が流れて，測定点の電圧を狂わせてしまうため，できるだけ高い内部抵抗のテスター，またはバルボルを用いて測定することが必要とされています．

いったい，どの程度の内部抵抗をもったテスターなら，実用上支障なく測定できるのでしょうか？ご存知のようにテスターの電圧計としての内部抵抗（感度）は何 kΩ/V という単位で表わされ，たとえば 5kΩ/V のテスターでは，1200Vのレンジは 1200×5＝6000〔kΩ〕，つまり内部抵抗 6MΩです．

第2図―テスタを接続したための E_p の変化

ところが，同一のテスターで6Vのレンジは，わずかに6×5＝30，つまり 30kΩの内部抵抗しかないことになります．このように同一のテスターでもレンジによって，内部抵抗がことなり，高電圧のレンジほど高い内部抵抗となるので，同じインピーダンスの場所を測っても，誤差が少ないことになります．

第2図は一般の Hi-Fi プリアンプ回路の測定に，許容できる誤差の範囲と，テスターの感度・電圧レンジとの関係を示したものです．

第　1　図

図の見方を説明しましょう．図のなかどころを斜に走る線に“誤差5%（3極管）”と記入してあります．これはこの線より上のレンジ（例えば内部抵抗 10kΩ/V のテスターではフル・スケール 120V，300V などのレンジ）を使用すれば，3極管CR結合回路の E_p を測るために，テスターを接続したことによつて生ずる E_p の狂いが，5%以内ですむことを示しています．

テ ス タ ー 付 属 の 各 種 プ ロ ー ブ

ってしまいます（H社の SU-ⅡA, TS など，この現象を生じないように設計されたテスターもあります）.

高周波抵抗を1本いれて，テスターに RF 電圧が加わらないようにしたプローブを1本作っておくと，このようなときにとても便利で，セットを動作させた状態で，同調もずれずに測定できます（**第5図**）.

このプローブはバルボルのときも真空管の保護のために必要で，テスターにはすでに附属しているもの（H社の TS, SU-ⅡA など）もあります．プローブの名前は，DC プローブ，VTG プローブ，I_g プローブ，フック・プローブといろいろに呼ばれていますが，みなだいたい同じ作用です.

プローブのなかに入れる抵抗の価はメーカー品ではそのプローブの適合するキカイに合わせて 60kΩ～1MΩですが，自作されるばあいは 10～200kΩ が適当でしょう．このプローブを用いると，その分だけ電圧計の内部抵抗が変ってきて感度の補正をおこなわなければなりませんが，市販品ではH社 M-70 のようにテスター内部で補正してしまうものと，チャートによるものがあります.

RF 電圧のあるところ　プローブを用いるべし

このプローブの用途は，RF や IF 増幅管の E_p を測るだけでなく，実に多方面にわたっています．同じように電圧を測るばあいに Hi-Fi アンプの終段 E_p などがあります．NFB を極限までかけた時など，パワー管のプレートにテスターを触れただけで NFB ループの位相ずれを起して，高域発振をおこすことがあり得ますが，このプローブを使用して測れば，発振のキケンはまずありません．ハム用送信機の調整にももってこいで，私は発振段の E_p から終段（807×2）の E_p まで，タンク・コイルのホット・エンドで気やすく測っています.

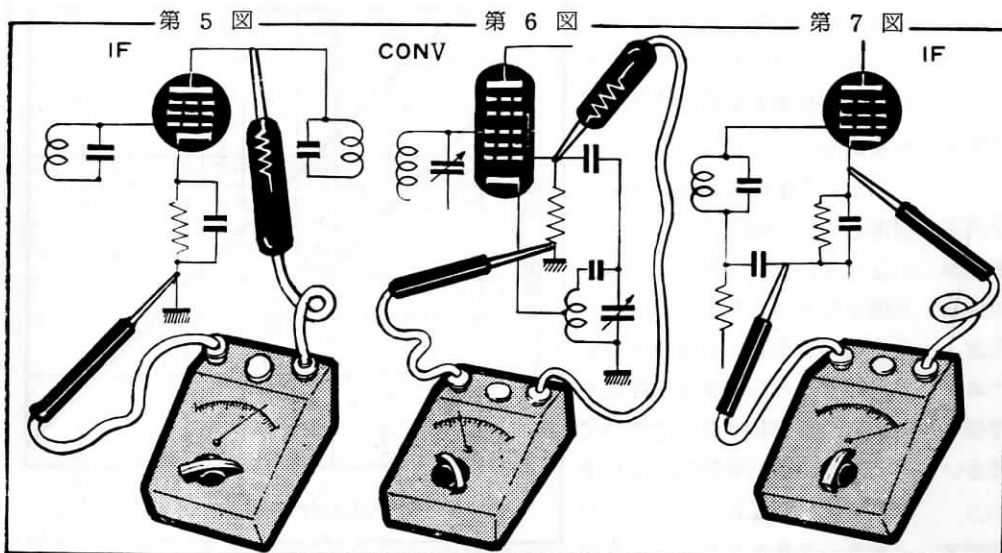
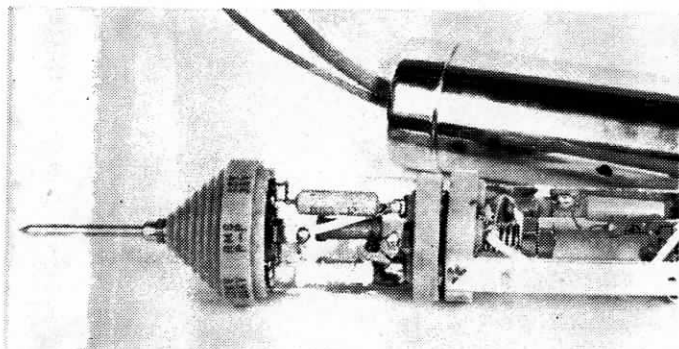
さらにチューナの局発など，グリッド電流の測定にも利用できます．**第6図**のように，このプローブをつけたテスターを電流計レンジ（または低電圧計レンジ）にして測定し，メータの読みとプローブの抵抗値，グリッド・リークの値の比から計算できます．この方法はいちいちグリッド・リークを外さないですむので便利です．市販のH社のテスターは，**第1表**のようなチャート（この表は SUⅡA 形のもの）をそなえ，よく使用するグリッド・リーク値で，読取りに便利（20kΩでフル・スケール 1.2mA）なように設計されています.

グリッド抵抗の値 kΩ	50	30	20	15	10	7.5	5	3.5	2.3	1.75	1.4
フル・スケール電流値mA	0.6	0.9	1.2	1.5	2.4	3	4.5	6	9	12	15

第1表—R_g とフル・スケール電流値

AVC の電圧測定には　バルボルが必要か

オーディオのプリアンプよりも，テスターにとっての泣きどころは実は AVC（TV では AGC）回路です．この回路はインピーダンスが数 MΩ もあって，バルボルですら，内部抵抗 11 MΩの一般品で1割の誤差を生じますし，おまけに電圧が低いのです.

ところがアリガタイことに，この回路は必らず真空管のグリッド回路に接がれています．E_g が変化すれば I_p が変化します．そこで逆に I_p を測れば E_g が

倍率切換回転式プローブ

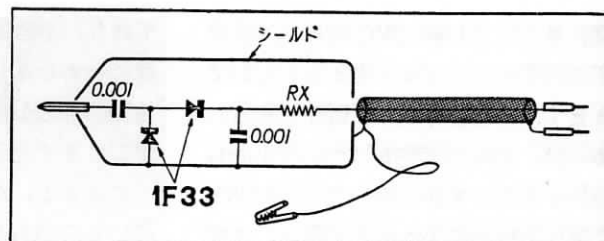
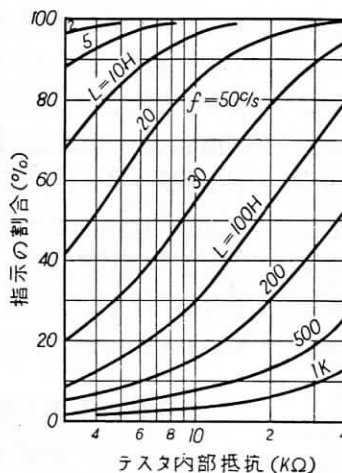
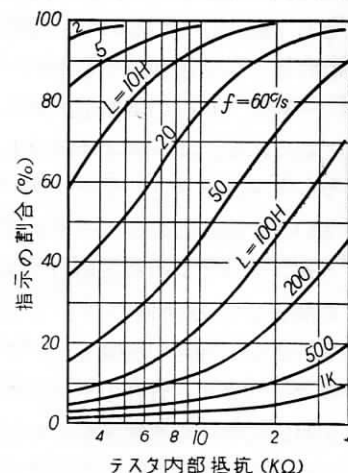
第9図—RF用プローブ

一般には高周波が存在しているかどうかを知れば，充分なばあいも多く存在します．このばあいには吸収形波長計式？の，つまりテスターのDCマイクロ・アンメータ・レンジと鉱石検波器でも充分実用になります．検波器としてはゲルマニウム・ダイオードなら申し分なしですし，ジャンク・ボックスの中にコロガッている，方鉛鉱などの鉱石検波器でも，充分に使用できます．

テスターをメガーとして使用する方法

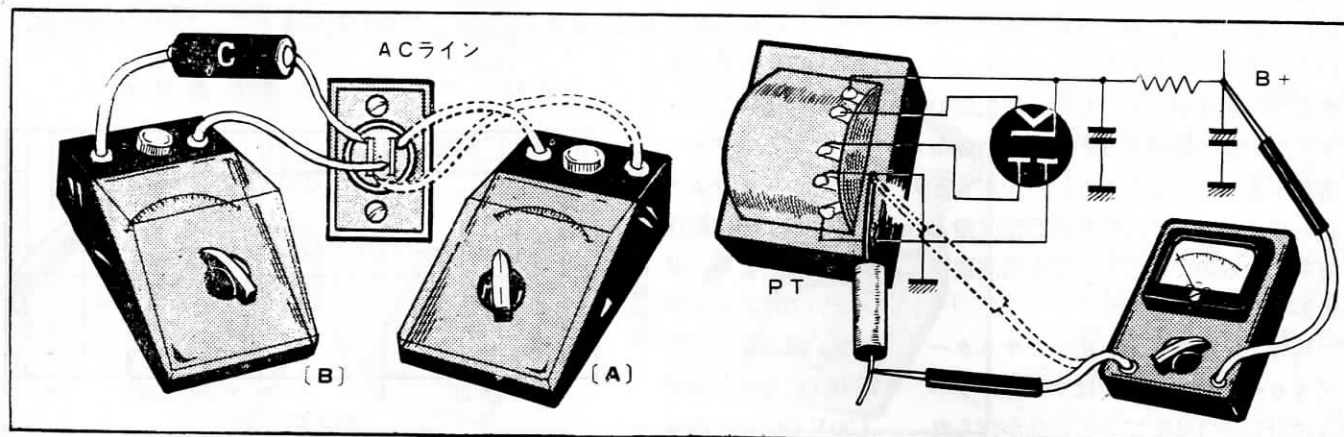
テスターの抵抗計レンジは，200MΩまで自蔵電池で測定できるM-70（H社）などの例外もありますが，一般には1～10MΩ止りで，バルボルにくらべてはるかに低い抵抗しか測定できません．抵抗計の倍率器を，もし100倍にできれば，測定範囲も100倍高抵抗まで拡大されるのですが，困ったことにメータ感度は同一なのですから倍率器を100倍にするためには，電源電圧も100倍にしなければなりません．

テスターの抵抗計電源電池は，1.5Vか3Vを使用するものが大部分ですから，100倍の電圧は150Vあるいは300V（直流）となります．このていどのDC電圧は，幸いなことに我々の身近に存在しています．つまり，セット（Hi-Fiアンプや TV，また通信形受信機でもナミヨンでも）のB電圧はちょうどテスターの抵抗計レンジを，100倍に拡大するばあいの電源として，使用できるわけです．もちろん，ピッタリ300Vという電圧は探してもなかなか存在しません．だが，うまいことにテスターには必らず，ゼロ・オーム・アジャスタがついていて，電池の電圧が変っても，抵抗計を使用するのに，支障が生じないようになっています．

ですから，電源として用いるB電圧も，ピッタリ300Vでなくてもかまわないわけです．テスターのなかには抵抗計を100倍に拡大するための倍率器を自蔵していますが，使用できるB電圧は230～380Vと，かなり広範囲になっています．この種のテスターでは，測定は単に**第10図**のように，B電圧にテスターを当てて（マイナス側のテスト格は点線のとおり接続する），フル・スケールを指示するように，ゼロオーム・アジャスタを調整さえすれば，あとは**第10図**実線のように測ろうとする抵抗にテスト棒をあてて，測定ができます．

第13図—直流を流さぬばあいのLの値

一般のテスターでは倍率器を作らないと測定できません．倍率器を決定するためには，まずテスターのDC電圧目盛のハーフ・スケール（フル・スケ

第11図—コンデンサの容量を測定する方法

第10図—メガーとして使うばあい

ール６Ｖなら３Ｖ）の線と一直線に並んでいる（たいていは真上にある）抵抗計のスケールを，最高抵抗レンジで読みとります．この読とり値を 99 倍したものが，必要とする倍率器の値で，テスターに直列に挿入することにより使用できます．

抵抗計のときの測定電流はどのくらいか

トランジスタやゲルマニウム・ダイオード回路を抵抗計で測定するとき，どれくらいの電圧，電流が加わっているのか知りたいばあいがあります．もちろん抵抗計の電池が消耗すれば指針が同一の位置を示していても，流れている電流は減少するので，極めて大ザッパな値しか知ることはできません．S社の 305-TR ではこの目盛が記入されていますが，一般のテスターでも簡単に換算することができます．

まず，テスターで測定しながら，DC電圧計目盛で，電池の電圧をフル・スケールとして読みとります．この値がテスターに加わっている電圧ですから，測っている“物体X”に加わっている電圧は，電池の電圧から読とった電圧を引いた差の電圧となります．

つぎに負荷電流を求めるには，前の項で説明したハーフ・スケールの抵抗値で，電池電圧を割ります．この求まった値をフル・スケールとして，テスターの DC 目盛を読めば，これが負荷電流となります．いずれのばあいにも精度は目盛られたテスターとまったく同一です．

第２表として参考までにH社のテスターについての抵抗計フル・スケール電流値，および電圧値（０点最大，フル・スケールが０）を示しました．

形　式	レンジ	電　圧	電　流
H B	R×10 R×1K （R×0.1M	3V 3V 300V	30mA 300μA 300μA）
S C	R×10 R×1K （R×0.1M	3V 3V 300V	24mA 240μA 240μA）
US-ⅡA	R×1 R×100 R×1000 （R×0.1M	1.5V 1.5V 3V 300V	120mA 1.2mA 240μA 240μA）
T S	R×10 R×1K （TS の 4.5V は，ACμA の目盛を２倍して読む）	4.5V 4.5V	14mA 140μA
M—70	R×10Ω R× 1kΩ R×10kΩ R×1MΩ	1.5V 1.5V 1.5V 24V	150mA 1.5mA 150μA 24μA

第２表—測定レンジと電圧電流値の一例

テスターはCメータにもなる

テスターを，周波数の判明している（電灯線の周波数を東日本で50%西日本で60%とみなすのがいちばん手じかです）AC 電源と組合せると，コンデンサの容量を測定できます．測定の方法は，**第11図**のようにまずテスターの AC レンジで電圧を測定してから，テスト棒に直列にコンデンサを挿入し，指示の比から容量を求められます．最近のテスターは，容量の目盛が入っているものがずいぶんありますが，ただ目盛を記入してあるだけでは，測定電圧がフラつくと，指示が狂ってしまうので，H社のテスターでは独立のコンデンサ測定レンジを設けて，ゼロ・アジャスタにより調整ができ，電源電圧が変っても測定に支障がないようにしてあります．

容量の目盛のないテスターのために，**第12図**として 50% 地域用，60% 地域用の，テスター内部抵抗と指示値の関係グラフを示しました．

Lをはかるときは？

同じ方法で，コイルのインダクタンスも測定することができます．コンデンサのばあいと異なり，通常使用する AF コイル類のリアクタンスがあまり大きくないので，測定には 5～6.3V といった低圧レンジが用いられ，また故意にテスターの内部抵抗を低下させて使用するばあいもあります．**第13図**はインダクタンス目盛のないテスターに使用して，テスター指示からインダクタンスを求めるグラフで，**第12図**と同じにコイルを挿入しないときの指示を，100 として目盛ってあります．さて，次ページをごらんください．

第12図—テスターの内部抵抗と指示率の換算表